

VIỄN THÁM

Các mục từ: 1. Hệ thống tin địa lý; 2. Công nghệ viễn thám; 3. Viễn thám trong địa chất

Hệ thống tin địa lý

Nguyễn Đình Dương, Viện Địa lý,
Viện Hàn lâm Khoa học và Công nghệ Việt Nam.

Giới thiệu

Hệ thống tin địa lý (HTTĐL) là một hệ thống dùng để nhập, lưu trữ, thao tác, phân tích, quản lý và trình diễn các dữ liệu không gian địa lý khác nhau phục vụ công tác quản lý tài nguyên môi trường, hỗ trợ việc đưa ra những quyết định đúng đắn. Khái niệm địa lý ở đây không hiểu theo nghĩa của ngành Địa lý học mà hiểu theo nghĩa không gian, tức là các dữ liệu phải được gắn kèm theo thông tin định vị không gian trong một hệ quy chiếu nào đó. Thuật ngữ *Hệ thống tin địa lý* (Geographic Information System, viết tắt: GIS) do Roger Tomlinson sử dụng đầu tiên năm 1968. Từ viết tắt GIS tức HTTĐL đôi khi cũng đồng nghĩa cho ngành khoa học Thông tin địa lý. Đây là một lĩnh vực nghiên cứu hoặc nghề nghiệp với hệ thống tin địa lý được hiểu như một phần của một lĩnh vực chuyên môn lớn hơn – ngành Địa tin học. Trong nghĩa đơn giản nhất, HTTĐL có thể hiểu như một sự sát nhập ba chuyên ngành – Bản đồ, Phân tích thống kê và Khoa học máy tính.

Tổng quan

HTTĐL gồm ba thành phần cơ bản – máy tính, cơ sở dữ liệu không gian và người sử dụng. Thế giới thực và thế giới thực trong HTTĐL luôn luôn khác nhau [H.1]. Thế giới trong HTTĐL chỉ là mô

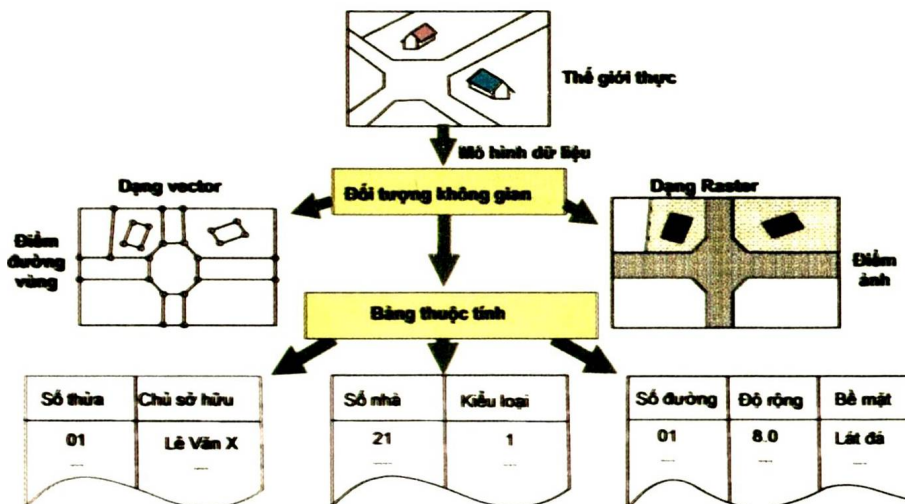
hình đơn giản của thế giới thực với một số lượng thông tin hữu hạn được lưu giữ tùy theo mục đích sử dụng.

Việc quản lý số liệu không gian luôn gặp phải các khó khăn.

- Số liệu, bản đồ được lưu trữ trong những hệ thống không thân thiện, khó tiếp cận và khó tìm kiếm.
- Bản đồ, số liệu thống kê thường cũ và không được cập nhật thường xuyên.
- Dữ liệu và thông tin thường không chính xác.
- Các dữ liệu không gian không khớp với nhau.
- Không có chuẩn lưu trữ số liệu, bản đồ và rất khó thực hiện việc chia sẻ giữa những người sử dụng cũng như giữa những chủ sở hữu.
- Việc ra quyết định thường không được hỗ trợ bằng luận cứ khoa học dựa trên phân tích số liệu.

Việc quản lý với trợ giúp của HTTĐL sẽ có nhiều ưu việt như dưới đây.

- Dữ liệu không gian được quản lý và lưu trữ tốt hơn ở các khuôn dạng tiêu chuẩn.
- Công tác chỉnh sửa và tái bản được thực hiện dễ hơn.
- Việc tìm kiếm, phân tích và trình diễn số liệu không gian được thực hiện dễ hơn.
- Có khả năng tạo ra nhiều sản phẩm dẫn xuất.



Hình 1. Mô hình thế giới thực và thế giới trong HTTĐL.

- Việc chia sẻ và chuyển đổi dữ liệu thuận tiện hơn.

- Nâng cao được năng suất công việc.
- Tiết kiệm thời gian và chi phí.
- Tạo cơ sở khoa học cho việc ra quyết định.

Một HTTDL tốt chức tốt phải trả lời được những câu hỏi cơ bản sau đây.

- Đây là gì?
- Đối tượng này ở đâu?
- Quá trình thay đổi theo thời gian như thế nào?
- Liên quan tới dữ liệu nào?
- Điều gì xảy ra nếu ... ?

Một HTTDL cơ bản cần có các chức năng sau đây:

- Nhập dữ liệu và tiền xử lý
 - o Biên tập
 - o Xây dựng quan hệ topo (topology)
 - o Chuyển đổi khuôn dạng
- Quản lý và truy nhập cơ sở dữ liệu
 - o Lưu trữ
 - o Tìm kiếm
- Đo đạc và phân tích không gian
 - o Xây dựng vùng đệm
 - o Chống xếp số liệu
- Trình diễn và tạo kết quả đầu ra dưới dạng:
 - o Bản đồ chuyên đề
 - o Trình diễn phối cảnh

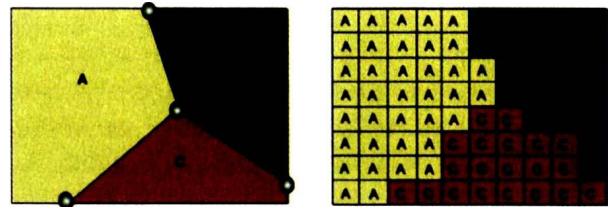
Hiện nay có nhiều hệ thống phần mềm HTTDL với mức độ hoàn thiện khác nhau. Phần mềm phổ biến nhất MapInfo được sử dụng rộng rãi ở Việt Nam. MapInfo có một số chức năng của HTTDL, nhưng những chức năng cơ bản như tạo quan hệ topo và phân tích không gian nói chung còn yếu. MapInfo được sử dụng chủ yếu để số hóa và trình diễn và in ấn bản đồ. MicroStation cũng là một hệ thống phần mềm được sử dụng nhiều ở Việt Nam, sử dụng chủ yếu trong quản lý lưu trữ bản đồ địa hình. Phần mềm ArcGIS là phần mềm đúng nghĩa về HTTDL. Phần mềm này của hãng ESRI phát triển với rất nhiều modul khác nhau. Một số modul tích hợp cả phần xử lý ảnh số vào ArcGIS và làm ArcGIS trở thành một hệ thống phần mềm hoàn hảo nhất cho phân tích số liệu.

Mô hình dữ liệu và cấu trúc

Có hai loại dữ liệu hình học phổ biến trong HTTDL, đó là dạng vector và điểm ảnh [H.2]. Mô hình dữ liệu vector sử dụng các đối tượng hình học đơn như điểm, đường và vùng để tạo nên các đối tượng phức hợp. Thuộc tính được gán cho các đối tượng theo cách thức truyền thống. Mô hình dữ liệu điểm ảnh sử dụng các lưới đều hình vuông để mô tả các đối tượng phức hợp. Giá trị của điểm ảnh chính là thuộc tính của đối tượng.

Mỗi mô hình dữ liệu đều có các ưu điểm và nhược điểm.

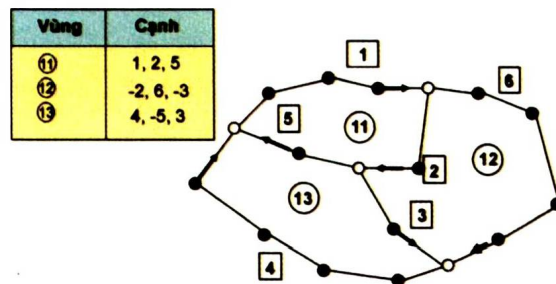
Mô hình dữ liệu vector có những ưu điểm chính là chính xác, dung lượng lưu trữ nhỏ, cung cấp quan hệ topo dữ liệu đầy đủ, truy cập chuyển đổi khuôn dạng nhanh. Những nhược điểm có thể kể đến như cấu trúc phức tạp, khó chống xếp và cập nhật dữ liệu, đặc biệt công tác nhập dữ liệu tốn rất nhiều công sức.



Hình 2. Mô hình dữ liệu vector (trái) và điểm ảnh (phải).

Mô hình dữ liệu điểm ảnh có ưu điểm như cấu trúc dữ liệu đơn giản, phù hợp cho chống xếp, áp dụng mô hình, trình diễn 3D và tích hợp dữ liệu. Công tác nhập liệu không phức tạp. Những nhược điểm chính có thể kể đến là cần dung lượng lưu trữ lớn, không thể phân tích mạng và việc chuyển đổi khuôn dạng gặp nhiều khó khăn.

Quan hệ topo là khái niệm dùng để chỉ mối quan hệ giữa các đối tượng liên kế với nhau trong không gian cũng như tính liên tục của nó trong không gian xác định. Một dữ liệu chuẩn trong HTTDL đòi hỏi không chỉ có tọa độ và thuộc tính đầy đủ mà còn được xác định tốt về mặt quan hệ topo [H.3].



Hình 3. Topo (Topology) của vùng.

Do dữ liệu vector được tổ chức dựa trên các đối tượng đơn giản như điểm, đường và vùng nên quan hệ topo của dữ liệu vector trước tiên là thể hiện mối liên quan của các đối tượng đơn giản này trong không gian. Ví dụ, quan hệ giữa một điểm với đường là điểm này có nằm trên đường đó không? Nếu không thì nằm phía bên trái hay bên phải của đường đó. Quan hệ của điểm và vùng cũng có thể diễn tả tương tự – điểm này có nằm trên đường bao của vùng không? Nếu không thì điểm này nằm trong hay ngoài vùng đó. Mối quan hệ giữa đường và vùng cũng có thể mô tả tương tự – đường này có cắt hay không cắt vùng cho trước? Nếu cắt thì cắt ở mấy điểm? Nếu không cắt thì đường đó nằm ở đâu so với vùng? Bên trái hay phải, v.v...

Từ hình 3 trên đây ta thấy vùng 11 được tạo bởi các cạnh 1, 2, 5, vùng 12 được tạo bởi cạnh -2, 6, -3. Dấu gạch ngang (-) đứng trước số hiệu cạnh chỉ chiều của cạnh. Thông thường chiều (-) của cạnh được xác định là ngược chiều kim đồng hồ.

Quan hệ topo của dữ liệu điểm ảnh tương đối khác so với dữ liệu vector. Vì đối tượng cơ bản ở đây chỉ là các điểm ảnh nên topo (topology) chỉ nêu lên mối quan hệ giữa các điểm ảnh với nhau. Số hàng, số cột trong ảnh thường được sử dụng để xác định điểm ảnh đó nằm ở đâu và vị trí tương đối của chúng với nhau. Quan hệ topo dữ liệu điểm ảnh được sử dụng nhiều trong các bài toán chuyển đổi dữ liệu điểm ảnh sang vector [H.4] và nội suy dữ liệu.

Nhập dữ liệu

Công việc nhập liệu trong HTTDL có vai trò quan trọng và là khâu đòi hỏi nhiều công sức. Những nguồn dữ liệu chính trong HTTDL có thể kể đến là – bản đồ giấy, ảnh máy bay, cơ sở dữ liệu số, ảnh vệ tinh, báo cáo dạng bảng hoặc mô tả.

Đối với các bản đồ giấy, việc số hóa thủ công thường được thực hiện với sự trợ giúp của bàn số hóa. Thông thường việc số hóa được kết hợp với công tác tổ chức số liệu và nhập thuộc tính. Khó khăn chính trong số hóa thủ công là việc biên tập đồ họa vì khi đó thường gặp những lỗi đồ họa cơ bản như các đường không giao cắt hoặc giao cắt thừa, đường biên các vùng không trùng khớp với nhau, vòng xoắn hoặc số hóa không trùng khớp với đường cho trước. Với sự ra đời máy quét khổ lớn, việc số hóa thủ công bằng bàn số hóa được thay thế dần bằng số hóa trên bản đồ được quét bằng phương pháp thủ công hay vector hóa bản tự động.

Trong quá trình nhập dữ liệu việc chuyển đổi dữ liệu từ dạng vector sang điểm ảnh và ngược lại thường xuyên được áp dụng.

Việc chuyển đổi dữ liệu từ vector sang điểm ảnh và ngược lại là quá trình không bảo toàn độ chính xác của dữ liệu [H.5].

Cơ sở dữ liệu không gian

Khái niệm cơ sở dữ liệu được dùng để chỉ một tập hợp lớn dữ liệu được tổ chức theo một tiêu chuẩn nhất định cho phép tìm kiếm, sắp xếp, truy cập một cách thuận tiện và nhanh chóng, đồng thời có khả năng chia sẻ giữa nhiều ứng dụng khác nhau. Cơ sở dữ liệu không gian là một cơ sở dữ liệu có chứa thông tin về vị trí của các bản ghi trong một hệ quy chiếu nhất định.

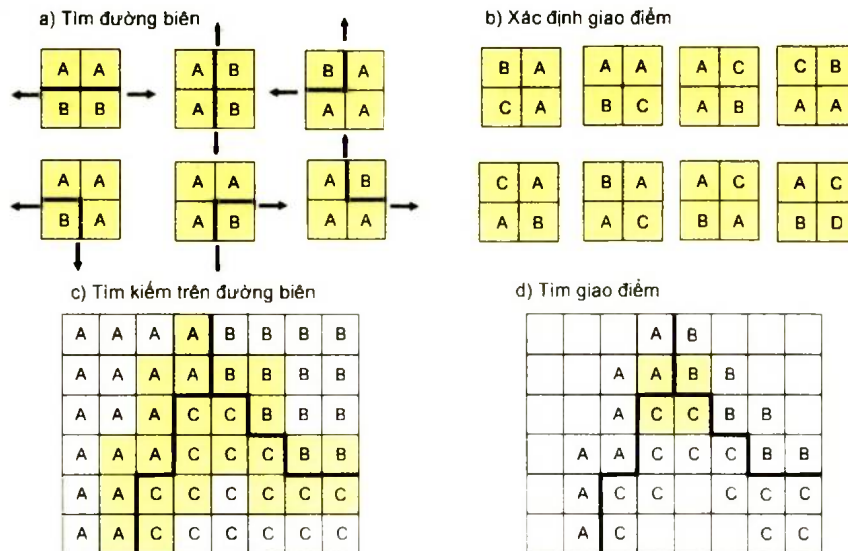
Một cơ sở dữ liệu cần có các chức năng cơ bản như sau.

- Quản lý dữ liệu với hiệu năng cao dựa trên các ngôn ngữ cơ sở dữ liệu tiêu chuẩn.
- Tổ chức dữ liệu một cách chặt chẽ, không trùng lặp hoặc trùng lặp rất ít.
- Bảo trì và cập nhật dữ liệu nhanh chóng, kịp thời.
- Cung cấp thông tin mô tả về dữ liệu lưu trữ.
- Bảo mật thông tin và kiểm soát truy nhập.

Lợi ích của việc sử dụng cơ sở dữ liệu.

- Quản lý được việc truy cập dữ liệu
- An toàn về dữ liệu
- Không trùng lặp số liệu
- Chia sẻ được dữ liệu
- Dữ liệu được chuẩn hóa
- Phát hiện được mâu thuẫn trong dữ liệu

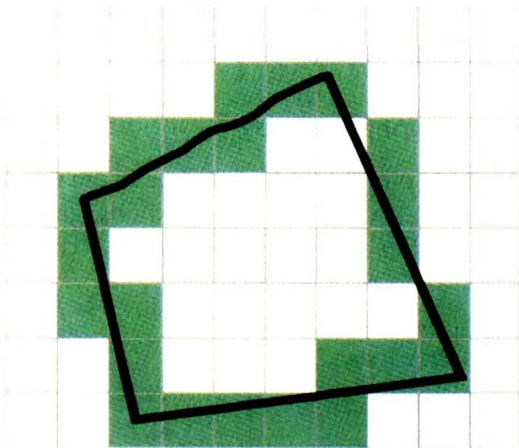
Cơ sở dữ liệu có thể được chia làm hai loại phân tán và tập trung [H.6]. Một cơ sở dữ liệu bao giờ cũng được quản trị bằng một phần mềm gọi là hệ quản trị cơ sở dữ liệu (DBMS). DBMS cung cấp nhiều công cụ để biên tập và chỉnh sửa số liệu, tìm kiếm, sắp xếp và phân tích số liệu không gian và số liệu phi không gian cho các mục đích ứng dụng khác nhau.



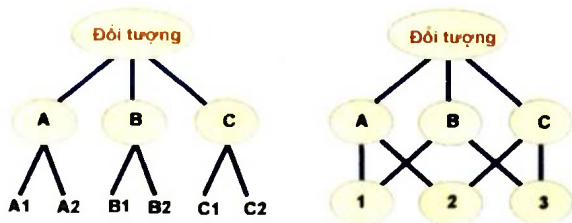
Hình 4. Áp dụng topo điểm ảnh phục vụ chuyển đổi sang dữ liệu vector.

Mô hình tổ chức của cơ sở dữ liệu bao gồm các loại chính như sau.

- Mô hình phân cấp
- Mô hình liên kết mạng
- Mô hình quan hệ
- Mô hình định hướng đối tượng
- Mô hình đối tượng - quan hệ



Hình 5. Mối liên hệ giữa dữ liệu ở dạng vector và điểm ảnh.



Hình 6. Mô hình tổ chức cơ sở dữ liệu phân cấp (trái) và liên kết mạng (phải).

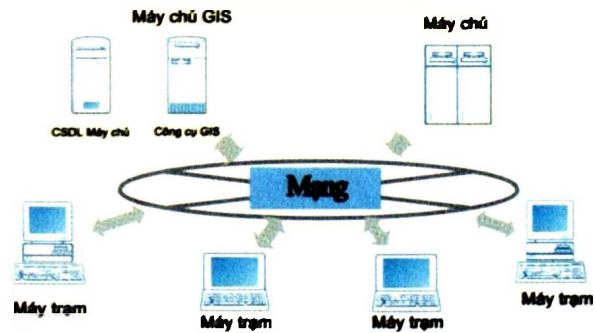
Hệ thống phần cứng và phần mềm

Phần cứng của HTTĐL rất phức tạp trong những thời kỳ phát triển đầu tiên. Ngày nay do công nghệ máy tính ngày càng hoàn thiện nên yêu cầu về phần cứng cũng được đơn giản đi nhiều. Tuy nhiên về cơ bản một HTTĐL cần các phần cứng như sau.

- Thiết bị nhập số liệu dưới dạng bàn số hóa, máy quét hoặc máy ảnh độ phân giải cao.
- Máy tính với phần mềm HTTĐL đã được cài đặt.
- Trong trường hợp kết nối qua mạng thì cần máy chủ với phần mềm HTTĐL cho máy chủ.
- Thiết bị xuất dữ liệu dưới dạng máy in đen trắng hoặc màu, máy vẽ khổ lớn.

Phần mềm HTTĐL có thể được phân thành những loại chính sau đây.

- Phiên bản cho máy để bàn: đây là các phần mềm phổ biến.
- Phiên bản cho máy chủ: thường đắt và có khả năng sử dụng cho nhiều máy để bàn cùng một lúc thông qua mạng nội bộ.
- Phiên bản cho môi trường mạng: tích hợp với các trình duyệt internet [H.7].



Hình 7. Sơ đồ hệ thống cho Web GIS.

- Phiên bản di động: dùng cho các thiết bị di động như PDA, v.v.....

Những phần mềm thông dụng cho HTTĐL được ghi trong bảng dưới đây [Bảng 1].

Bảng 1. Một số phần mềm HTTĐL thông dụng.

Nhà sản xuất	Phần mềm
ESRI	ArcGIS
Intergraph	GeoMedia
MapInfo	MapInfo
Clark University	IDRISI
GRASS Information Center	GRASS GIS
Cadcorp	SIS

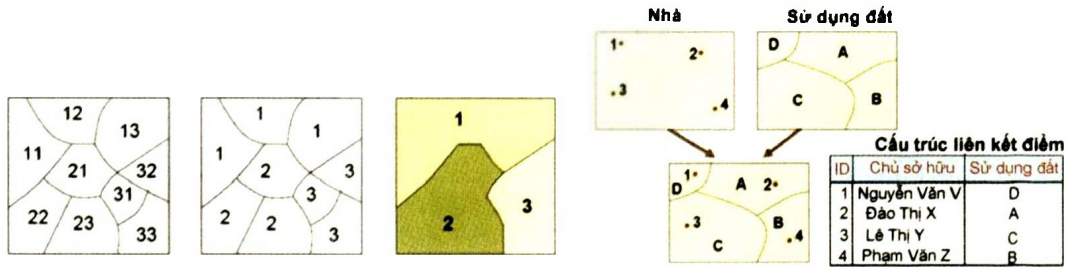
Phân tích không gian

Phân tích không gian là tập hợp các tác nghiệp nhằm trả lời những câu hỏi về thế giới thực dựa trên dữ liệu đã được nhập vào HTTĐL. Các câu hỏi có thể liên quan đến hiện trạng thực tế trong một lĩnh vực nào đó, tình hình biến động, xu thế phát triển, các nhận định, đánh giá hoặc dự báo dựa trên kỹ thuật chồng xếp các lớp thông tin hoặc áp dụng mô hình.

Phân tích không gian có thể là những tính toán số học hoặc logic hoặc áp dụng những mô hình phức tạp.

Những tác nghiệp phân tích không gian cơ bản bao gồm [H.8]:

- Hỏi đáp. Các tác nghiệp sử dụng phép tính số học và logic trên các thông tin thuộc tính.
- Tái phân loại. Áp dụng cho các thông tin thuộc tính.
- Tạo lại cơ sở dữ liệu đồ họa và thuộc tính với đầy đủ quan hệ topo.
- Chồng xếp. Chồng xếp hai hoặc nhiều lớp thông tin với nhau.
- Phân tích liên thông. Đánh giá tính liên thông giữa điểm, đường và vùng trên các khía cạnh khoảng cách, diện tích, thời gian cần di chuyển hoặc xác định đường đi tối ưu.



Hình 8. Tái phân loại, chồng xếp thông tin giữa điểm và vùng.

Chuyển đổi hệ tọa độ

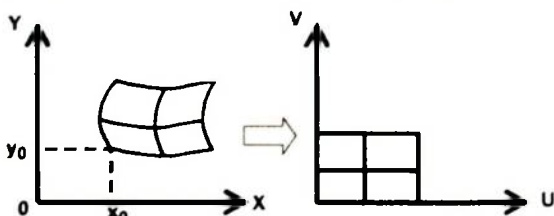
Chuyển đổi hệ tọa độ là một tác nghiệp quan trọng trong HTTĐL nhằm đưa bản đồ hoặc số liệu từ các phép chiếu khác nhau về cùng một phép chiếu bản đồ thống nhất. Thông thường các phép chiếu bản đồ khác nhau đều có các công cụ chuyển đổi hệ tọa độ đã được xây dựng sẵn trong các phần mềm HTTĐL. Tuy nhiên, có nhiều trường hợp hàm chuyển đổi giữa các phép chiếu bản đồ chưa có sẵn nên việc chuyển đổi hệ tọa độ dựa trên các công cụ hiệu chỉnh hình học lại trở nên cần thiết. Trong nhiều trường hợp chuyển đổi hệ tọa độ còn nhằm mục đích loại bỏ các sai số méo hình do bộ cảm hay ảnh hưởng của địa hình cũng như do quan trắc sườn gây nên).

Việc chuyển đổi hệ tọa độ dựa trên các công cụ hiệu chỉnh hình học được tổ chức theo các bước sau.

- Xác định mô hình hiệu chỉnh hình học
- Chọn lựa điểm khống chế
- Tính toán tham số hiệu chỉnh
- Đánh giá độ chính xác
- Nội suy và tái chia mẫu (đôi với tệp số liệu điểm ảnh)
- Xây dựng kết quả đầu ra

Các mô hình hiệu chỉnh hình học cơ bản có thể liệt kê như sau:

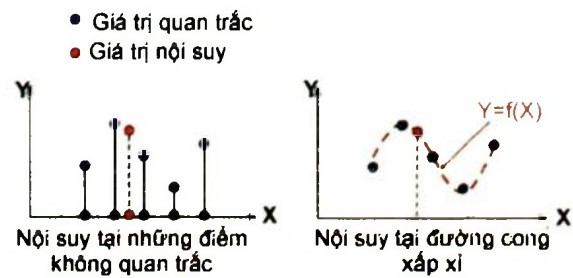
- Biến đổi Helmert với hai tham số chuyển đổi về góc xoay và tỷ lệ.
- Biến đổi đồng phương với 6 tham số. Biến đổi đồng phương cho phép loại bỏ các lỗi về dịch chuyển, tỷ lệ, xoay và xoắn.
- Biến đổi giả đồng phương với 8 tham số có chứa thành phần bậc 2.
- Biến đổi đa thức bậc cao với số tham số thay đổi tùy theo bậc của đa thức hiệu chỉnh [H.9].



Hình 9. Biến đổi đa thức. Trước hiệu chỉnh (trái) và sau hiệu chỉnh (phải).

Các phương pháp nội suy

Nội suy là phương pháp toán học nhằm xác định giá trị tại một điểm bất kỳ trong không gian được giới hạn bởi tập hợp các giá trị rời rạc cho trước [H.10].



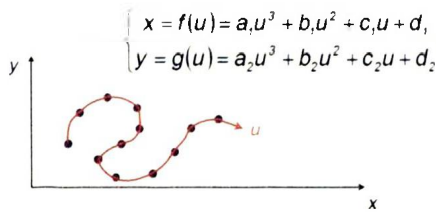
Hình 10. Nội suy trong không gian hai chiều.

Nội suy có thể sử dụng trong việc xây dựng đường cong xấp xỉ cho một tập hợp điểm cho trước trong không gian hai chiều, hoặc có dùng để xấp xỉ một mặt cong trong không gian ba chiều. Trong nhiều trường hợp kỹ thuật nội suy có thể được áp dụng cho dự báo xu thế.

Các phương pháp nội suy cơ bản có thể liệt kê như sau.

- Trung bình có trọng số. Phương pháp này được triển khai khi giá trị tại một điểm bất kỳ được xác định bằng giá trị trung bình có trọng số của các điểm nằm trong vòng tròn với bán kính cho trước. Trọng số được xác định theo nhiều cách; ví dụ như nghịch đảo khoảng cách hoặc nghịch đảo bình phương khoảng cách. Thông thường trọng số được tính theo bốn cấp. Cấp 0 khi các điểm có ảnh hưởng như nhau, tức là trọng số bằng 1. Cấp 1 khi các điểm ở gần có ảnh hưởng nhỏ. Cấp 2 khi các điểm ở gần có ảnh hưởng trung bình và cấp 3 khi các điểm càng ở gần càng ảnh hưởng mạnh đến kết quả nội suy.
- Người láng giềng gần nhất. Giá trị nội suy bằng giá trị của điểm gần nhất. Không có phép tính toán nào được thực hiện ở đây.
- Nội suy tuyến tính. Giá trị nội suy được tính dựa trên hai điểm liền kề theo hàm tuyến tính. Giá trị mới nằm trên đoạn thẳng nối hai điểm liền kề.
- Nội suy bậc ba. Giá trị nội suy được tính dựa trên hai điểm liền kề theo hàm bậc ba. Giá trị mới nằm trên đường cong bậc ba nối hai điểm liền kề.

- Nội suy sử dụng hàm spline [H.11]. Đây là phương pháp nội suy sử dụng một tập hợp hàm đa thức với điều kiện không có các điểm gãy khúc trên đường cong đi qua các điểm.



Hình 11. Xấp xỉ đường cong dựa trên nội suy spline.

- Nội suy trung bình trượt. Phương pháp nội suy này dựa vào một cửa sổ chứa nhiều điểm lân cận. Giá trị nội suy có thể được tính dựa trên trung bình trọng số trong cửa sổ đó.

- Nội suy với các phiến hàm cơ bản. Có bảy phiến hàm cơ bản sử dụng trong làm trơn số liệu, tuy nhiên phiến hàm tam giác và Gauss được sử dụng nhiều nhất.

- Kriging là kỹ thuật nội suy từ tập hợp điểm rời rạc hay được sử dụng trong địa chất và khoáng sản [H.12]. Kriging được thể hiện thông qua các sơ đồ variogram hoặc covariogram cho thấy giá trị trung bình độ lệch giữa các điểm thay đổi theo khoảng cách giữa các điểm như thế nào.

- Nội suy theo lưới tam giác không đều (TIN) [H.12] được triển khai khi tập hợp điểm cho trước được tổ chức thành các tam giác Delaunay và nội suy theo phương pháp tuyến tính trong mỗi tam giác sẽ được thực hiện. Tam giác Delaunay là tam giác mà đường tròn đi qua 3 điểm không chứa bất kỳ một điểm nào khác của tập hợp điểm cho trước.

Mô hình số địa hình

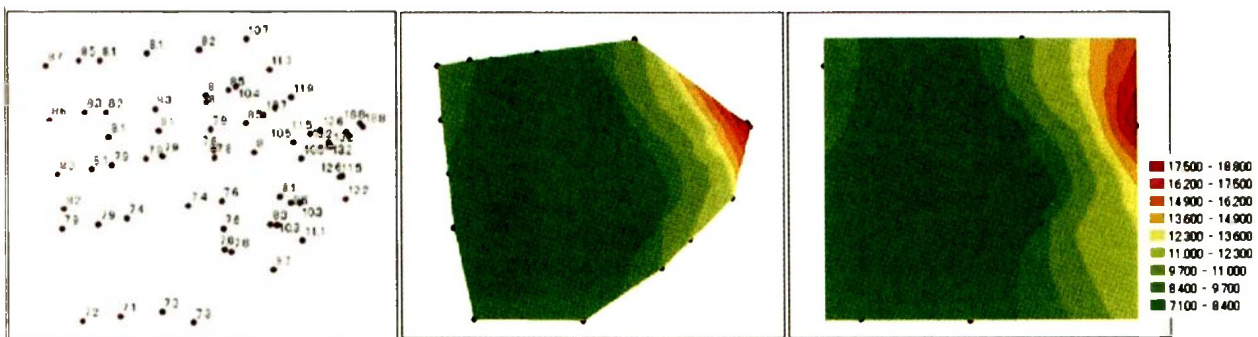
Mô hình số địa hình DTM, mô hình số độ cao DEM và mô hình số bề mặt DSM [H.13] là sự thể hiện trong không gian ba chiều bề mặt địa hình Trái Đất. Sự khác biệt giữa DTM, DEM và DSM là DTM và DEM trình bày bề mặt Trái Đất không có các đối tượng như cây cối, nhà cửa trong khi DSM thể hiện độ cao không chỉ bề mặt Trái Đất mà còn cả các đối tượng trên đó. Trong khi DEM thường được hiểu như mô hình số địa hình dưới dạng điểm ảnh (lưới độ cao) thì DTM có thể được hiểu ở cả hai dạng vector và điểm ảnh.

Với việc sử dụng mô hình số địa hình nhiều bài toán không gian ba chiều có thể được triển khai dễ dàng. Ví dụ, tính toán độ dốc, chiều dài sườn, hệ thống dòng chảy bề mặt, lưu vực, khâu địa hình, v.v...

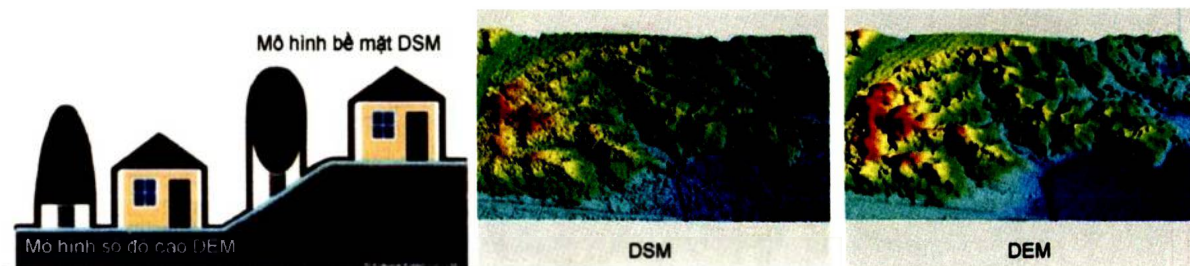
Mô hình số địa hình có thể được xây dựng bằng nhiều kỹ thuật khác nhau, nhưng về cơ bản có những kỹ thuật chính như sau.

- Nội suy từ đường bình độ được số hóa từ bản đồ địa hình hoặc các điểm rời rạc.
- Từ cặp ảnh lập thể theo nguyên lý đo ảnh máy bay hoặc vệ tinh.
- Dựa trên công nghệ LIDAR.

Phương pháp cơ bản trong xây dựng DEM từ tập hợp điểm rời rạc là nội suy tuyến tính trong lưới tam giác Delaunay - TIN. Việc nội suy có thể được thực hiện dễ dàng khi topo của các tam giác được xây dựng chặt chẽ. Độ chính xác của DEM được xây dựng dựa trên tỷ lệ bản đồ và độ chính xác độ cao của tập hợp ảnh đầu vào.



Hình 12. Nội suy lưới độ cao từ tập hợp các điểm (trái) theo phương pháp tam giác (giữa) và Kriging (phải).



Hình 13. So sánh mô hình số bề mặt DSM và mô hình số độ cao DEM.

Trong trường hợp có cặp ảnh lập thể thì việc xây dựng DEM có thể được tiến hành dựa trên các phương pháp đo ảnh số truyền thống [H.14]. Phương pháp đo ảnh số đòi hỏi chất lượng ảnh phải cao để việc đối sánh ảnh được triển khai thuận tiện. Khác với phương pháp đo ảnh tương tự hay giải tích, đo ảnh số hầu như được thực hiện tự động từ các bước định hướng tương đối, tạo ảnh epipolar – mô hình ảnh lập thể với thị sai dọc đã được loại bỏ hoàn toàn. Sau đó việc đối sánh ảnh được thực hiện và kết quả sẽ được một tập hợp các cặp điểm tương ứng trên ảnh trái và phải. Dựa trên tập hợp điểm này DEM sẽ được nội suy theo phương pháp TIN. Độ chính xác cũng như độ phân giải của DEM phụ thuộc vào độ phân giải không gian của ảnh đầu vào cũng như tỷ lệ đường đáy/độ cao quỹ đạo.

Mô hình số độ cao được sử dụng nhiều trong xử lý số liệu và các mô hình phân tích như sau.

- Hiệu chỉnh trục giao ảnh vệ tinh.
- Tính toán độ dốc, chiều dài sườn và nhiều tham số trắc lượng địa hình khác.
- Xây dựng hệ thống dòng chảy bề mặt, đường phân thủy, thung lũng, v.v...
- Hiện thị không gian 3 chiều ảnh viễn thám.

Sản phẩm đầu ra của HTTĐL

Sản phẩm đầu ra của HTTĐL chủ yếu là ở dạng đồ họa trình diễn các kết quả phân tích khác nhau. Bản đồ chuyên đề dạng tương tự (in trên giấy) là một trong các sản phẩm chính, tuy nhiên các sản phẩm dạng số ngày càng được sử dụng rộng rãi

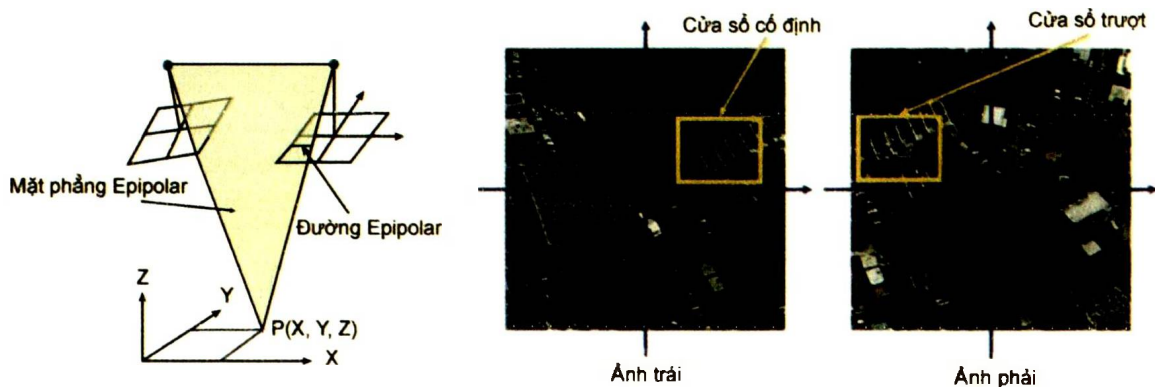
không những trên các phương tiện tương tự mà cả trên các phương tiện số nữa. Những hình thức chính trong trình bày sản phẩm của HTTĐL có thể kể đến như sau.

- Sử dụng các kỹ thuật đồ họa để trình bày kết quả, như hoa văn, biểu tượng, tô màu, v.v...
- Sử dụng các thang màu hay đen trắng để hiển thị các thuộc tính khác nhau của đối tượng.
- Sử dụng phép chiếu hình để hiển thị trong không gian ba chiều.

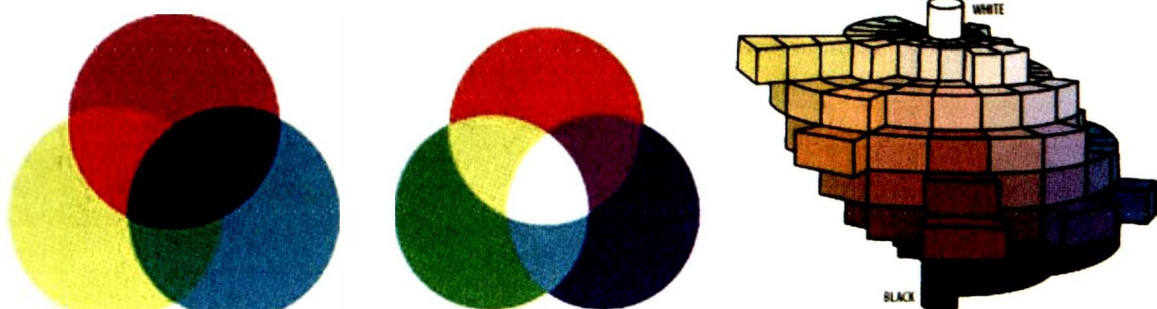
Việc sử dụng các kỹ thuật đồ họa trong việc trình diễn kết quả phân tích hoặc bản đồ chuyên đề là kỹ thuật truyền thống được sử dụng lâu đời trong bản đồ học. Các đối tượng với các thuộc tính khác nhau có thể được trình bày với việc hiển thị thuộc tính dưới dạng số đính kèm; ví dụ – một vùng với giá trị thuộc tính được thể hiện bên trong. Đôi khi độ lớn, mật độ hoặc các hình mẫu khác nhau của ký hiệu được sử dụng để thể hiện quy mô của thuộc tính.

Nhằm đạt được hiệu suất cao trong truyền tải thông tin, màu sắc được sử dụng nhiều trong trình bày kết quả của HTTĐL. Các hệ thống màu cơ bản được sử dụng để trình diễn gồm [H.15]:

- Hệ màu cộng với ba màu cơ bản đỏ, xanh lục và xanh chàm.
- Hệ màu trừ với ba màu cơ bản vàng, đỏ cánh sen và xanh ngọc.
- Hệ màu theo cảm giác với các hợp phần ánh màu, độ đậm và mức bão hòa.
- Hệ màu Munsell dùng trong công nghiệp in.



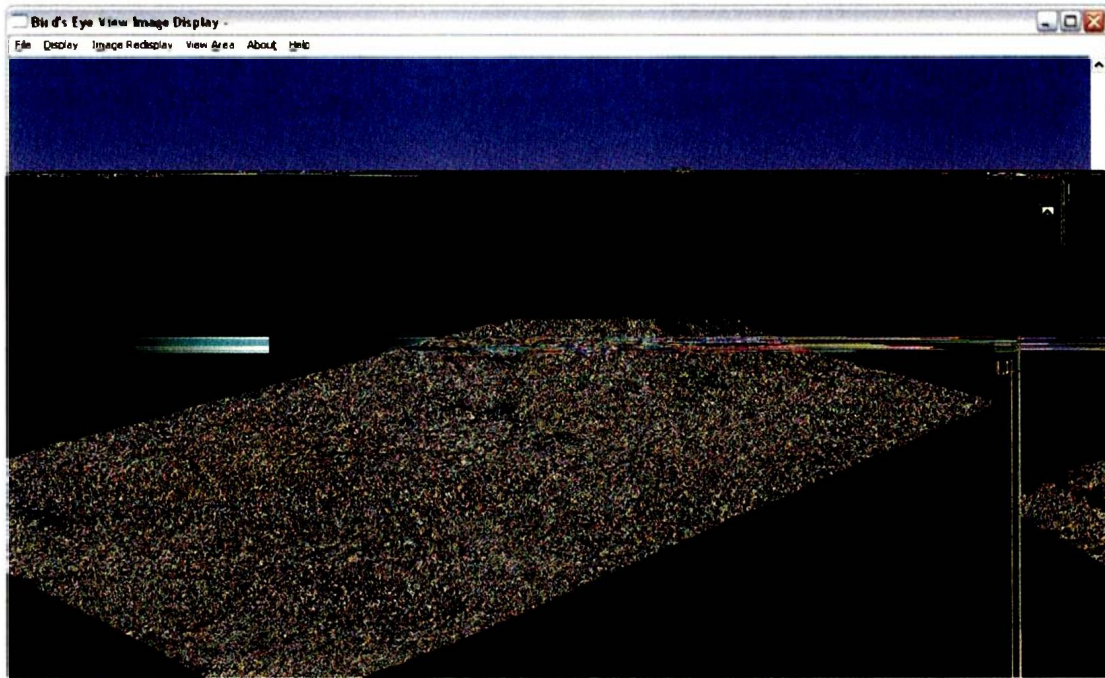
Hình 14. Xây dựng DEM bằng phương pháp đo ảnh số. Ảnh epipolar (trái) và đối sánh tìm cặp điểm ảnh tương ứng (phải).



Hình 15. Hệ thống màu trừ (trái), cộng (giữa) và Munsell (phải).

Việc sử dụng màu sắc trong hiển thị kết quả thường theo nguyên tắc các đối tượng giống nhau có màu giống nhau hoặc theo nguyên lý phân tách tức là các đối tượng giống nhau có thể có màu sắc

khác nhau. Trong nhiều trường hợp, kết hợp mô hình số độ cao và hình ảnh có thể tạo ra ảnh ba chiều mô phỏng khu vực nghiên cứu [H.16].



Hình 16. Kết hợp ảnh vệ tinh và mô hình số độ cao để hiển thị trong không gian ba chiều bằng phần mềm WinASEAN.

Tài liệu tham khảo

Kennedy Michael, 2009. *Introducing Geographic Information Systems with ArcGIS: A Workbook Approach to Learning GIS*. John Wisley & Sons Inc.

Longley Paul, Goodchild Michael, Maguire David and Rhind David, 2005. *Geographic Information Systems and Sciences*. John Wisley & Sons Ltd.

Shekhar Shashi and Xiong Hui, 2008. *Encyclopedia of GIS*. Springer Science+Business Media LLC.

Murai Shunji, 1999. *GIS Work Book*. University of Tokyo.

Murai Shunji, 2007. *GIS Course - Distance Education*. JICA.

Tomlinson Roger, 2007. *Thinking About GIS: Geographic Information System Planning for Manager*. ESRI Press.